



REC'D 13 AUG 2004

WIPO PCT

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 52 217.4

Anmeldetag: 5. November 2003

Anmelder/Inhaber: DeguDent GmbH, 63457 Hanau/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Ausrichten eines Objekts

Priorität: 14. Juli 2003 DE 103 31 989.1
12. September 2003 DE 103 42 537.3

IPC: G 06 F, A 61 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 19. Juli 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Letang

BEST AVAILABLE COPY

1

DeguDent GmbH
Rodenbacher Chaussee 4

D-63457 Hanau

5 **Beschreibung**

Verfahren zum Ausrichten eines Objekts

10 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Ausrichten eines auf einem Monitor dargestellten digitalisierten zahntechnischen Objekts wie Zahnersatz oder Modell von Zähnen unter Verwendung eines Eingabegerätes, wobei ein rechtwinkliges Koordinatensystem mit X-, Y- und Z-Achse zugrundegelegt wird.

15 Standardmäuse wurden zur Navigation in zweidimensionalen Systemen entwickelt, und zwar im Wesentlichen zur Positionierung eines Mauszeigers auf einem Monitor bzw. PC-Bildschirm. Mit solchen Mäusen lassen sich zwei Translationsfreiheitsgrade steuern und über ein zusätzliches Stellrad gegebenenfalls eine weitere Funktion bedienen. Eine Objektdrehung um die zur Bildschirmenebene orthogonale Achse ist mit Standardmäusen nicht di-
20 rekt, sondern nur in Kombination mit weiteren Eingaben wie Tastatureingaben möglich.

Bei einer vollständigen dreidimensionalen Ausrichtung (Objekt wird bewegt) oder Navigation (Kamera bzw. Betrachter wird bewegt) ist die Ansteuerung von sechs Freiheitsgraden erforderlich, nämlich drei Freiheitsgrade für die Translation und drei für die Rotation. Um
25 dies zu realisieren, erfolgt zumeist eine Kombination von Tastatureingaben und Mausbe-

wegung. Eine intuitive Bedienung ist dabei nicht möglich, vielmehr erfordert es erheblicher Übung und längerer Einarbeitungszeit.

Zur Navigation bzw. Ausrichtung im dreidimensionalen Raum wurden daher verschiedene Eingabegeräte wie Joysticks oder Trackballs (Kugeln) entwickelt. Mit diesen Eingabegeräten können in der Regel alle sechs Freiheitsgrade intuitiv gesteuert werden, gleichwenn eine präzise Navigation bzw. Ausrichtung einer erheblichen Einarbeitung bedarf. Ein Hauptproblem hierbei ist die unerwünschte Überlagerung von zwei oder mehr Bewegungsrichtungen.

Im dentalen Bereich sind keine Systeme bekannt, bei denen eine 3D-Ausrichtung dentaler Modelle mittels eines Eingabegerätes erfolgen kann, das auf die Belange der jeweiligen Aufgabe bzw. der Benutzer abgestimmt ist. Vielmehr werden üblicherweise Standardmäuse benutzt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass eine intuitive und einfache Ausrichtung virtueller Modelle von Zähnen oder Zahnreihen im Rahmen der Visualisierung von Scandaten und der CAD-Modellierung von Zahnersatz ermöglicht wird.

Die Aufgabe wird im Wesentlichen dadurch gelöst, dass Z-Achse des Koordinatensystems in Monitorebene und X-Achse senkrecht zu dieser Ebene verlaufen und dass das auf dem Monitor dargestellte Objekt vom Ursprung des Koordinatensystems durchsetzt wird und auf dem Monitor maximal um fünf Freiheitsgrade ausgerichtet wird, wobei als erster Freiheitsgrad eine Rotation des Objekts um dessen mit der Z-Achse des Koordinatensystems zusammenfallende Hochachse, als zweiter Freiheitsgrad eine eingeschränkte Rotation um in von der X- und Y-Achse des Koordinatensystems aufgespannter Ebene verlaufende T-Achse, die mit oder in etwa mit Längsachse des Objekts oder mit oder in etwa mit zwischen Abschnitten des Objekts verlaufenden Geraden zusammenfällt, als dritter Freiheitsgrad eine Translation des Objekts entlang dessen Längsachse oder den Geraden und als

vierter Freiheitsgrad eine Translation des Objekts zu dessen Zoomen entlang X-Achse gewählt wird. Als fünfter Freiheitsgrad kann eine Rotation um die X-Achse gewählt werden. Die Objektlängsachse selbst kann durch einen Polygonzug gebildet werden, der durch die die Abschnitte, insbesondere Zahnmittelpunkt des Objekts verbindenden Geraden aufgespannt wird.

Unabhängig hiervon ist jedoch insbesondere vorgesehen, dass die Ausrichtung des Objekts auf vier Freiheitsgrade beschränkt wird.

Das beschränkte Rotieren um die T-Achse (zweiter Freiheitsgrad) wird dabei durch Hin- und -Herschwenken des Objekts realisiert.

Im Gegensatz zu technischen 3D-CAD-Systemen, mit deren Hilfe beliebige Objekte darzustellen und zu manipulieren sind, was eine Objektbewegung um alle 6 Freiheitsgrade erfordert, erfolgt bei der CAD-Modellierung von Zahnersatz erfindungsgemäß eine vereinfachende Reduktion auf 4 bzw. 5 Freiheitsgrade. Es genügt, die sichtbaren Außenflächen der virtuellen Zahnkronen einer Zahnreihe zu betrachten. Umliegende Bereiche wie Kieferknochen, Zunge oder Lippen sind für zahntechnische Restaurationen nicht von Bedeutung und werden auch nicht digitalisiert. Auch die vom Zahnfleisch verdeckte Zahnwurzel und das Innere des Zahnes werden bei der computergestützten Zahnrestauration nicht berücksichtigt.

Mit anderen Worten sieht die Erfindung ein Verfahren zur Ausrichtung eines auf einem Monitor in einem Koordinatensystem dargestellten digitalisierten Ausschnitts eines Objekts, insbesondere einer Zahnreihe, unter Verwendung eines Eingabegerätes vor, wobei das Objekt um maximal fünf, vorzugsweise vier Freiheitsgrade ausgerichtet wird:

1. Rotation um die Hochachse (Z-Achse) durch den Koordinatenursprung,

2. Rotation um die Objektlängsachse (T-Achse), die entlang der Zahnreihe durch den Koordinatenursprung verläuft, wobei die Rotation eingeschränkt ist, also ein Kippen erfolgt,
3. Translation des Objekts entlang der Objektlängsachse (T-Achse) und insoweit eingeschränkt, als dass der Koordinatenursprung stets innerhalb des Objekts liegt, und
4. Translation entlang der X-Achse vom Koordinatenursprung zum Betrachter hin (Zoom),

wobei der Ursprung des Koordinatensystems im oder im Wesentlichen im Bildschirmmittelpunkt verbleiben sollte.

Bei Darstellung größerer Ausschnitte des Zahnbogens kann die Objektlängsachse (T) durch einen Polygonzug gebildet werden, der aus Abschnitten zusammengesetzt ist, die aus geradlinigen Verbindungen zwischen Zahnmittelpunkten bestehen können.

In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das zum Ausrichten des Objekts verwendete Eingabegerät Eingabeelemente aufweist, über die das Ausrichten des Objekts um die jeweiligen Freiheitsgrade getrennt voneinander durchgeführt wird. Dabei wird als das Eingabegerät insbesondere ein solches mit vier Eingabeelementen verwendet, wobei ein Eingabeelement ein Umschalter zur Doppelbelegung eines weiteren Eingabeelementes sein kann.

In Ausgestaltung ist als ein oder mehrere Eingabeelemente ein Stellrad vorgesehen. Auch kann als Eingabegerät ein mit Funktionen von zumindest zwei Eingabeelementen ausübender Trackball verwendet werden.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform wird als Eingabegerät ein solches verwendet, das ein erstes und ein zweites jeweils um zumindest eine Achse drehbares Eingabeelement sowie eine Taste als drittes Eingabeelement umfasst, wobei beim Betätigen des ersten Eingabeelementes das Objekt um eine erste Achse (T-Achse) und bei Betätigen des zweiten

Eingabeelementes das Objekt um eine senkrecht zur ersten Achse verlaufende zweite Achse (Z-Achse) gedreht wird, bei gleichzeitigem Betätigen des dritten Eingabeelementes und des ersten oder des zweiten Eingabeelementes das Objekt entlang einer der Achsen verschoben wird und bei Betätigen des dritten Eingabeelementes und des zweiten oder ersten Eingabeelementes Darstellung des Objekts entlang senkrecht zur ersten und zweiten Achse verstellt wird (Zoom) (Verstellen entlang X-Achse).

Bei der Verwendung eines Trackballs (Kugel) als eines der Eingabeelemente kann das Objekt um die erste und zweite Achse sowie um eine senkrecht zu dieser verlaufenden Achse durch analoge Drehung des Trackballs gedreht werden.

Nach einem alternativen Vorschlag ist vorgesehen, dass das Eingabegerät Bedienelemente wie Stellräder aufweist, mit denen jeweils eine der vier Objektbewegungen isoliert ausgeführt werden kann.

Die Bedienelemente sind für eine intuitive Bedienbarkeit in Richtung der auszuführenden Bewegungen angeordnet. Beispielsweise wird die Drehung um die Hochachse durch ein Stellrad mit senkrechter Drehachse angesteuert, die Drehung um die Objektlängsachse und die beiden Translationen durch Stellräder mit waagerechten oder annähernd waagerechten Drehachsen.

Dabei kann zur Verringerung des konstruktiven Aufwands ein Bedienelement für zwei oder drei ähnlich orientierte Bewegungen (z.B. Kippen und Zoom) verwendet werden, wenn es, z. B. mittels eines Umschalters, mehrfach belegt wird.

In einer weiteren Ausführungsform werden die beiden Rotationen durch Verwendung einer Kugel (Trackball) zusammengefasst.

Die Verwendung einer Kugel (Trackball) erlaubt die Einbeziehung der Rotation um die dritte Achse ohne ein zusätzliches Bedienelement. In diesem Fall ist die Objektbewegung auf 5 Freiheitsgrade beschränkt.

- 5 Weiterhin ist die Verwendung einer Standardmaus vorgesehen, mit der die vier Bewegungen durch Kombinationen von Mausbewegung, Tastenbetätigung und Betätigung des Stellrades (Scroll) realisiert werden. Allerdings entsprechen hierbei nicht alle Bewegungen von Maus und Bedienelementen den Bewegungen des Objekts.

- 10 Unabhängig davon, ob das erfindungsgemäße Ausrichtungskonzept anwendungsspezifisch auf vier oder fünf Freiheitsgrade beschränkt ist, erfolgt zusätzlich eine eingeschränkte Bewegung des Objekts, insbesondere in Bezug auf die Translationsbewegung entlang Längsachse des Objektes (T-Achse) sowie Drehung (Kippung) um diese Achse. Eine vollständige Rotation wird jedoch um die senkrechte und zur T-Achse orthogonal verlaufende Achse
15 ermöglicht.

- Erfindungsgemäß und abweichend von technischen CAD-Systemen kann eine Objektausrichtung durch Beschränkung der Freiheitsgrade und durch Trennung der einzelnen Bewegungen vereinfacht werden. Somit kann die erfindungsgemäße Lehre von Personen genutzt werden, die geringe oder nur durchschnittliche PC-Erfahrungen aufweisen. Aufwendige
20 bzw. kostspielige Schulungskurse oder lange Einarbeitungsphasen sind somit nicht erforderlich. Es ist eine einfache intuitive Bedienung möglich.

- Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den
25 Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen –für sich und/oder in Kombination–, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung von der Zeichnung zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispielen.

30

Es zeigen:

- Fig. 1 eine Prinzipdarstellung eines Eingabegerätes mit vier Stellrädern,
- Fig. 2 eine Prinzipdarstellung eines Eingabegerätes mit drei Stellrädern und einem Umschalter (Taster),
- Fig. 3 eine Prinzipdarstellung eines Eingabegerätes mit einer Kugel (Trackball) und zwei Stellrädern,
- Fig. 4 eine Prinzipdarstellung einer weiteren Ausführungsform eines Eingabegerätes,
- Fig. 5 eine Prinzipdarstellung einer kurzen Zahnreihe zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Ausrichtungs- bzw. Navigatorkonzeptes,
- Fig. 6 eine Prinzipdarstellung einer langen Zahnreihe mit als Polygonzug ausgeführter Objektmittelachse (T-Achse).

In Fig. 1 bis 3 sind drei Ausführungsformen 1, 2, 3 eines Eingabegerätes, jeweils in Form einer vereinfachten Maus dargestellt, um eine Ausrichtung virtueller Modelle von Zähnen 18, 26 oder Zahnreihen im Rahmen der Visualisierung von Scandaten oder der CAD-Modellierung von Zahnersatz zu ermöglichen.

Durch die Bedienung einzelner Eingabeelemente 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 bzw. kombinierte Nutzung dieser besteht die Möglichkeit, auf einem Monitor, der an einen PC angeschlossen ist, mit dem wiederum das Eingabegerät 1, 2, 3 bzw. die Maus verbunden ist, ein Objekt wie einen Zahnersatz 18 mit anwendungsspezifisch auf vier bzw. fünf Freiheitsgrade eingeschränkter Bewegung navigieren zu können. Der Zahnersatz 18 ist in einem Koordinatensystem navigierbar, das eine T-Achse 20, einer orthogonal hierzu verlaufend eine vertikal verlaufende Z-Achse 22 sowie eine senkrecht zur Darstellungsebene (Monitor) verlaufende X-Achse 24 aufweist. Koordinatenursprung 28 verläuft im Mittelpunkt des Monitors.

X-Achse 24 und Z-Achse 22 verlaufen senkrecht zueinander. Gleiches gilt für Z-Achse 22 und T-Achse 20. Die T-Achse 20 verläuft des Weiteren in einer Ebene eines rechtwinkli-

gen Koordinatensystems, das die X-Achse 24 und die Z-Achse 20 sowie eine Y-Achse umfasst. Die Y-Achse spannt mit der X-Achse 24 die Ebene für die T-Achse 20 auf. Y-Achse und T-Achse 20 können, müssen jedoch nicht zusammenfallen.

- 5 Die T-Achse 20 fällt mit Mittelachse des digitalisierten länglichen Objekts 18, also dem Zahnersatz, zusammen. Die T-Achse 20 endet an den Objektgrenzen, wird jedoch darüber hinaus angezeigt. Um das Objekt 18 entlang der T-Achse 20 zu verschieben (scheinbare Verschiebung des Koordinatenursprungs 28) (Trans_T) wird bei Nutzung aller drei Varianten des Eingabegerätes 1, 2, 3 das Stellrad 12 gedreht. Um eine eingeschränkte Rotation (Kippen) um ca. 120° um die T-Achse 20 zu ermöglichen (Rot_T), wird beim Eingabegerät 1 das Stellrad 11 gedreht und bei Eingabegerät 2 das Stellrad 14. Bei Eingabegerät 3 wird die Kugel (Trackball) 16 um eine horizontale Achse gedreht, die zur Mittelachse (T) des digitalisierten Objektes parallel verläuft.
- 15 Um eine vollständige Drehung um die Z-Achse 22 (Rot_Z) durchzuführen, wird bei Eingabegeräten 1 und 2 das Stellrad 10 bedient, bei Eingabegerät 3 wird die Kugel 16 um ihre Hochachse (Z) gedreht. Um schließlich ein Zoomen zu ermöglichen, also Translation entlang der durch den Koordinatenursprung 24 und senkrecht zu den Achsen 20, 22 verlaufenden Achse 24 durchzuführen, wird bei den Eingabegeräten 1 und 3 das Stellrad 13 benutzt und bei Eingabegerät 2 die Taste 15 gedrückt und gehalten und zusätzlich das Stellrad 14 gedreht. Dabei kann der Zahnersatz 18 nicht „verlorengehen“, da der Koordinatenursprung 24 im Mittelpunkt des Monitors verbleibt.

- Das Eingabegerät 3 ermöglicht zusätzlich eine Drehung um die zur Hochachse (Z) und
- 25 Objektlängsachse (T) orthogonale X-Achse 24. Dazu ist die Kugel 16 um eine horizontale Achse zu drehen, die orthogonal zur Objektlängsachse (T) verläuft.

- Mit den Eingabegeräten 1, 2 oder 3 ist ein Ausrichtungskonzept mit anwendungsspezifisch auf vier Freiheitsgrade eingeschränkte Bewegung möglich, und zwar volle Rotation um die
- 30 Hochachse 22, beschränkte Translation (Trans_T) entlang der T-Achse 20, beschränkte Ro-

tation (Kippen) um die Achse 20. Weitere einschränkende und damit vereinfachende Bedingung ist, dass der Koordinatenursprung 28 stets im Zentrum des Monitors liegt. Somit kann das darzustellende Objekt 18, 26 beim Zoomen nie außerhalb des Bildschirmabschnitts geraten. Diese auf vier Freiheitsgrade eingeschränkte Bewegung wird erwähntermaßen mit den Eingabegeräten 1, 2 und 3 realisiert. Die volle Rotation um die Z-Achse 22 wird durch Bedienen des Stellrings 10 bzw. der Kugel 16, die beschränkte Translation entlang der T-Achse 20 durch den Stellring 12, die beschränkte Rotation (Kippung) um die T-Achse 20 durch das Stellrad 11 bzw. das Stellrad 14 bzw. durch die Kugel 16 und die Translation entlang der zur Monitorebene senkrecht verlaufenden Ebene (Zoom) durch das Stellrad 13 bzw. 14 bei gehaltener Taste 15 realisiert.

Soll ein Ausrichtungskonzept mit anwendungsspezifisch auf fünf Freiheitsgrade eingeschränkter Bewegung erfolgen, so kann ein Eingabegerät benutzt werden, das einen Trackball (Kugel) sowie zwei Stellringe umfasst. Durch Nutzung der entsprechenden Eingabe-
 15 elemente einzeln oder in Kombination besteht die Möglichkeit, eine Rotation um die T-Achse, eine Rotation um die Z-Achse, eine Rotation um die senkrecht zu der Monitorebene und der Z-Achse verlaufende X-Achse, eine beschränkte Translation entlang der T-Achse, also entlang Längserstreckung des zu navigierenden Objektes sowie eine Translation entlang der zur Monitorebene orthogonal verlaufenden X-Achse (Zoom) durchzuführen. Dies
 20 kann aufgrund folgender Eingabeelementennutzung erfolgen:

- die Rotation um die horizontale Achse (T-Achse) durch analoge Drehung des Trackballs,
- 25 - die Rotation um die vertikale Achse (Z-Achse) durch analoge Drehung des Trackballs,
- die Rotation um die senkrecht zu der horizontal und vertikal verlaufenden Achse durch analoge Drehung des Trackballs,

die beschränkte Translation entlang der Längserstreckung des Objektes, also der T-Achse durch den ersten Stellring, und das Zoomen (Translation) entlang der senkrecht zur Monitorebene verlaufenden Achse durch den zweiten Stellring.

5

In der Fig. 4 ist eine weitere Ausführungsform eines Eingabegerätes in Form einer Maus 30 dargestellt, um eine Navigation virtueller Modelle von Zähnen oder Zahnreihen im Rahmen der Visualisierung von Scandaten oder der CAD-Modellierung von Zahnersatz zu ermöglichen. Die Maus 30 umfasst eine Drehscheibe bzw. einen Stellring („JOG DIAL“) 32 als erstes Bedienelement und ein von diesem umgebenes Drehrad („Scroll“) 34 oder einen Trackball als zweites Bedienelement sowie eine Taste 36 als drittes Bedienelement.

Durch die Bedienung der einzelnen Eingabeelemente bzw. kombinierte Nutzung dieser besteht die Möglichkeit, auf einem Monitor, der an einen PC angeschlossen ist, mit dem wiederum die Maus verbunden ist, ein Objekt wie den Zahnersatz 18, 26 anwendungsspezifisch auf vier bzw. fünf Freiheitsgrade eingeschränkter Bewegung navigieren zu können.

20

Um das Objekt 18, 26 entlang der T-Achse 20 zu verschieben (scheinbare Verschiebung des Koordinatenursprungs) (Trans_T) wird bei Nutzung des Eingabegerätes 30 die Taste 36 zusammen mit der Drehscheibe bzw. dem Stellring 32 benutzt. Um eine eingeschränkte Rotation (Kippen) um ca. 60 – 90° um die T-Achse 20 zu ermöglichen (Rot_T), wird die Drehscheibe bzw. der Stellring 34 benutzt.

25

Um eine vollständige Drehung um die Z-Achse 22 (Rot_Z) durchzuführen, wird das Dreh- bzw. Stellrad 32 bedient. Um schließlich ein Zoomen zu ermöglichen, also Translation entlang der durch den Koordinatenursprung 24 und senkrecht zu der Achse 22 verlaufenden Achse 24 (X-Achse) durchzuführen, werden die Taste 36 und das Dreh- bzw. Stellrad 34 gleichzeitig benutzt. Dabei kann der Zahnersatz 18 nicht „verlorengehen“, da der Koordinatenursprung 28 im Mittelpunkt des Monitors verbleibt.

30

Aufgrund der erfindungsgemäßen Lehre wird eine intuitive und einfache Ausrichtung virtueller Modelle von Zähnen oder Zahnreihen im Rahmen der Visualisierung von Scandaten und der CAD-Modellierung von Zahnersatz ermöglicht.

5 Patentansprüche

Verfahren zum Ausrichten eines Objekts

10

1. Verfahren zum Ausrichten eines auf einem Monitor dargestellten digitalisierten zahntechnischen Objekts wie Zahnersatz oder Modell von Zähnen unter Verwendung eines Eingabegerätes, wobei ein rechtwinkliges Koordinatensystem mit X-, Y- und Z-Achse zugrundegelegt wird,

15

dadurch gekennzeichnet,

20

dass Z-Achse des Koordinatensystems in Monitorebene und X-Achse senkrecht zu dieser verlaufen und dass das auf dem Monitor dargestellte Objekt vom Ursprung des Koordinatensystems durchsetzt wird und auf dem Monitor maximal um fünf Freiheitsgrade ausgerichtet wird, wobei als erster Freiheitsgrad eine Rotation des Objekts um dessen mit der Z-Achse des Koordinatensystems zusammenfallende Hochachse, als zweiter Freiheitsgrad eine eingeschränkte Rotation um in von der X- und Y-Achse des Koordinatensystems aufgespannter Ebene verlaufende T-Achse, die mit oder in etwa mit Längsachse des Objekts oder mit oder in etwa mit zwischen Abschnitten des Objekts verlaufenden Geraden zusammenfällt, als dritter Freiheitsgrad eine Translation des Objekts entlang dessen Längsachse oder der Geraden und als vierter Freiheitsgrad eine Translation des Objekts zu dessen Zoomen entlang X-Achse gewählt wird.

25

2. Verfahren nach Anspruch 1,

30

dadurch gekennzeichnet,

dass als fünfter Freiheitsgrad eine Rotation des Objekts um die X-Achse des Koordinatensystems gewählt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Objektlängsachse durch einen Polygonzug gebildet wird, der durch die Ab-
schnitte, insbesondere Zahnmittelpunkte, des Objekts verbindende Geraden aufge-
spannt wird.
4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine eingeschränkte Translation des Objekts entlang der T-Achse ermöglicht
wird.
5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Koordinatensystem in seinem Ursprung derart auf dem Monitor dargestellt
wird, dass dieser unabhängig von der Bewegung des Objekts in vorgegebener Positi-
on auf dem Monitor verbleibt.
6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Koordinatenursprung in oder etwa in Mittelpunkt des Monitors gelegt wird.
7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Ausrichten des Objekts auf dem Bildschirm auf vier Freiheitsgrade be-
schränkt wird.
8. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,
dass das beschränkte Rotieren um die T-Achse (zweiter Freiheitsgrad) durch Hin- und Herschwenken des Objekts realisiert wird.

- 5 9. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zum Ausrichten des Objekts auf dem Monitor verwendete Eingabegerät
Eingabeelemente aufweist, über die das Ausrichten des Objekts um die jeweiligen
Freiheitsgrade getrennt voneinander durchgeführt wird.
10. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass als das Eingabegerät ein solches mit vier Eingabeelementen verwendet wird.
- 15 11. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass als ein Eingabeelement ein Umschalter zur Doppelbelegung eines weiteren Ein-
gabeelementes verwendet wird.
- 20 12. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass als ein oder mehrere Eingabeelemente ein Stellrad verwendet wird.
13. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
25 dadurch gekennzeichnet,
dass als das Eingabegerät ein mit Funktionen von zumindest zwei Eingabeelementen
ausübender Trackball verwendet wird.
- 30 14. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass als Eingabegerät ein solches verwendet wird, das ein erstes und ein zweites jeweils um zumindest eine Achse drehbares Eingabeelement sowie eine Taste als drittes Eingabeelement umfasst, wobei bei Betätigen des ersten Eingabeelementes das Objekt um eine erste Achse (T-Achse) und bei Betätigen des zweiten Eingabeelementes das Objekt um eine senkrecht zur ersten Achse verlaufende zweite Achse (Z-Achse) gedreht wird, bei gleichzeitigem Betätigen des dritten Eingabeelementes und des ersten oder zweiten Eingabeelementes das Objekt entlang einer der Achsen verschoben wird und bei Betätigen des dritten Eingabeelementes und des zweiten oder ersten Eingabeelementes Darstellung des Objektes entlang senkrecht zur ersten und zweiten Achse (X-Achse) verstellt wird (Zoomen).

15. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

- 15 dass bei Verwendung eines Trackballs (Kugel) als eines der Eingabeelemente das Objekt um die erste und zweite Achse sowie um eine senkrecht zu diesem verlaufende Achse durch analoge Drehung des Trackballs gedreht wird.

16. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

- 20 dass das Objekt durch wahlweises Betätigen einzelner Eingabeelemente sowie kombiniertes Betätigen von zwei Eingabeelementen um vier Freiheitsgrade eingeschränkt bewegt wird.

5 Zusammenfassung

Verfahren zum Ausrichten eines Objekts

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Ausrichten eines auf einem Monitor dargestellten digitalisierten zahntechnischen Objekts wie Zahnersatz oder Modell von Zähnen unter Verwendung eines Eingabegerätes, wobei ein rechtwinkliges Koordinatensystem mit X-, Y- und Z-Achse zugrundegelegt wird. Um eine intuitive und einfache Ausrichtung virtueller Modelle von Zähnen oder Zahnreihen im Rahmen der Visualisierung von Scandaten und der CAD-Modellierung von Zahnersatz zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, dass Z-Achse des Koordinatensystems in Monitorebene und X-Achse senkrecht zu dieser verlaufen und dass das auf dem Monitor dargestellte Objekt vom Ursprung des Koordinatensystems durchsetzt wird und auf dem Monitor maximal um fünf Freiheitsgrade ausgerichtet wird, wobei als erster Freiheitsgrad eine Rotation des Objekts um dessen mit der Z-Achse des Koordinatensystems zusammenfallende Hochachse, als zweiter Freiheitsgrad eine eingeschränkte Rotation um in von der X- und Y-Achse des Koordinatensystems aufgespannter Ebene verlaufende T-Achse, die mit oder in etwa mit Längsachse des Objekts oder mit oder in etwa mit zwischen Abschnitten des Objekts verlaufenden Geraden zusammenfällt, als dritter Freiheitsgrad eine Translation des Objekts entlang dessen Längsachse oder der Geraden und als vierter Freiheitsgrad eine Translation des Objekts zu dessen Zoomen entlang X-Achse gewählt wird.

Fig. 1

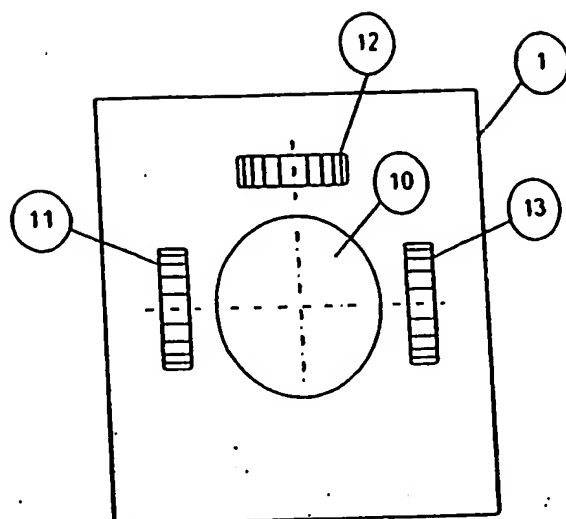


Fig. 2

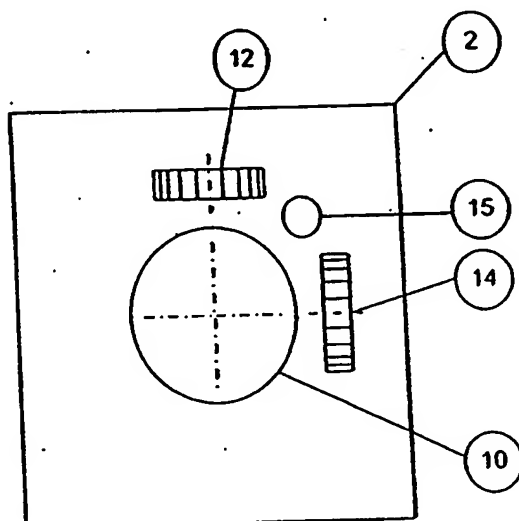
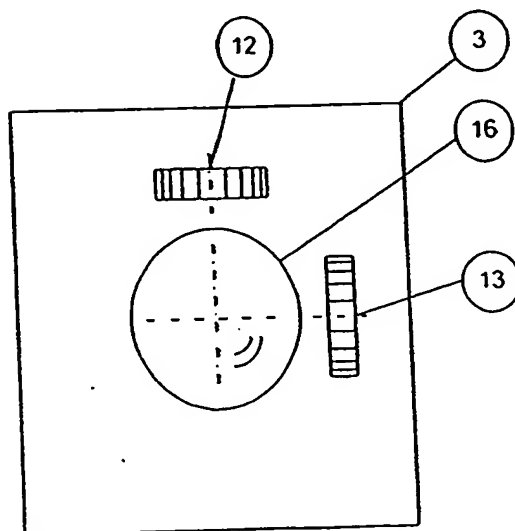


Fig. 3



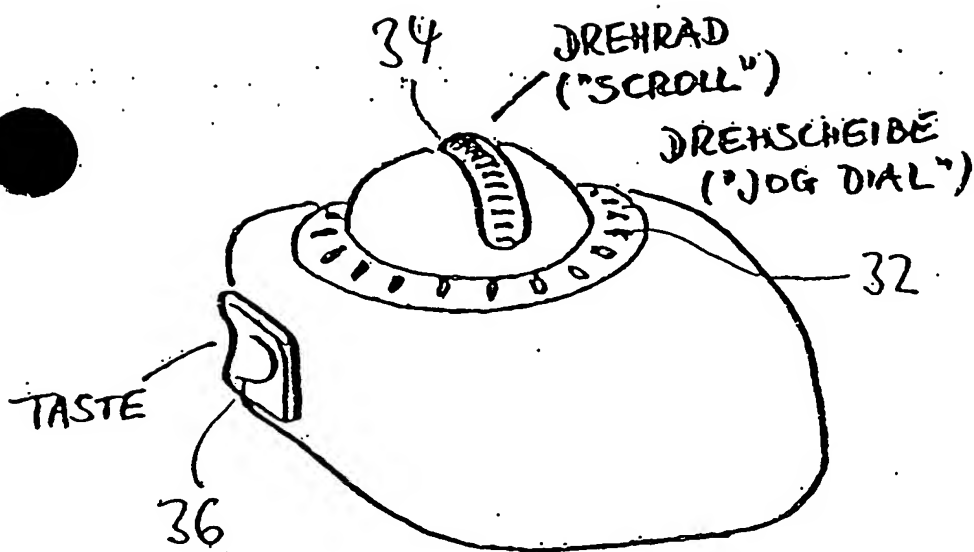


Fig. 4

Fig. 5

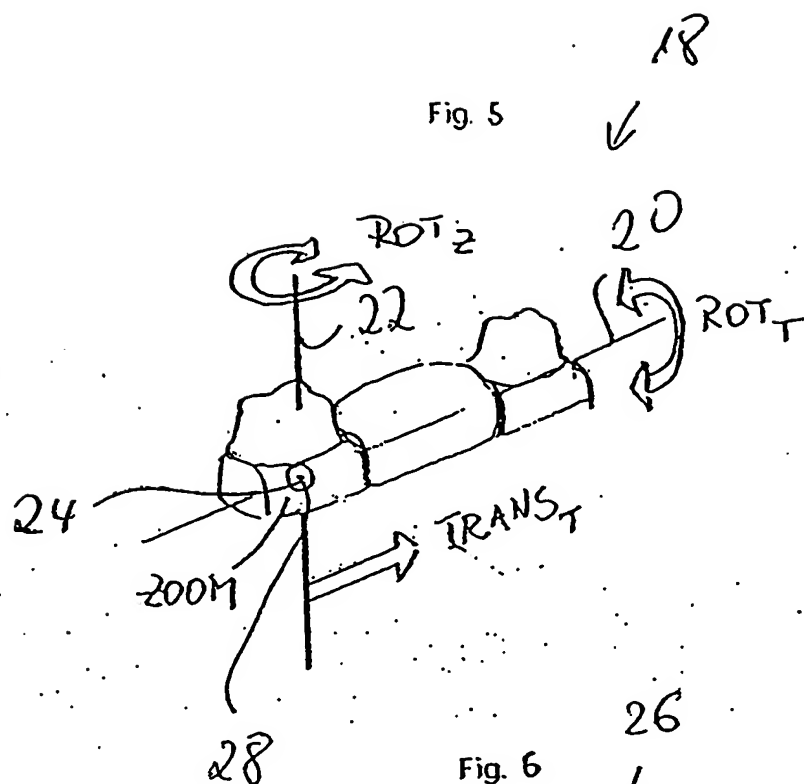
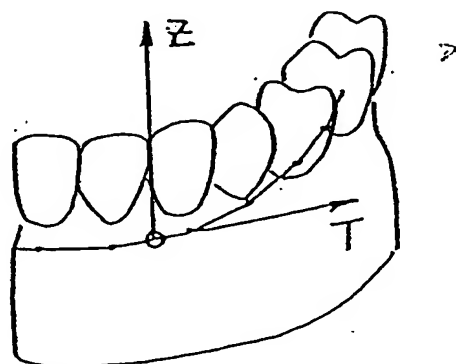


Fig. 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.